

**И. А. Соснина, Т. В. Напреенко-Дорохова,  
М. Г. Напреенко, Ю. Касперовичене, Ю. Каросене**

**ВИДОВОЙ СОСТАВ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ  
(BACILLARIOPHYTA) ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
КУРШСКОГО ЗАЛИВА**

82

Представлены результаты исследования видового разнообразия диатомовых комплексов в донных отложениях юго-западной части Куршского залива. Определено 56 видов и внутривидовых таксонов, которые принадлежат к 35 родам. Среди доминирующих отмечены виды из родов *Actinocyclus*, *Aulacoseira*, *Fragilariforma* и *Staurosira*. В исследованных отложениях встречено большое количество видов, имеющих оптимальное развитие при высоком рН среды. По отношению к солености большинство идентифицированных видов пресноводные, реже солоноватоводные, что обусловлено влиянием на залив одновременно материкового стока и затоков из Балтийского моря. Полученные данные соотнесены с литологическим описанием и результатами радиоуглеродного датирования, что позволило реконструировать экологические условия исследованной территории в среднем и позднем голоцене за период 6900 – 3500 кал. л. н.

*The paper presents the results of a study on species composition of diatom complexes in a sediment core from the southwestern part of the Curonian Lagoon. 56 species and intraspecific taxa, which belong to 35 genera have been identified. The species of Actinocyclus, Aulacoseira, Fragilariforma and Staurosira were recorded as dominant taxa in the bottom sediment samples. The studied sediments contain a large number of species, which demonstrate optimal development at a high pH value. Most of the identified species are freshwater inhabitants, less often the brackish-water species, that is due to be associated with the simultaneous influence of the continental runoff and water exchange with the Baltic Sea. The obtained data were analysed in terms of the lithologic description and radiocarbon dating in order to evaluate the environmental conditions in the studied area during the Mid- to Late Holocene (6500 – 3500 cal yr BP).*

**Ключевые слова:** диатомовые водоросли, донные отложения, Куршский залив, юго-восточная часть Балтийского моря, голоцен.

**Keywords:** diatoms, sediments, Curonian Lagoon, southeastern Baltic Sea, Holocene.

### **Введение**

Анализ современного состояния диатомовой флоры служит целям биомониторинга и помогает оценить степень влияния антропогенной деятельности и природных факторов на состояние водоемов, в том числе на слабоустойчивые экосистемы лагун, подобных заливам Юго-Восточной Балтики, которые подвержены постоянному воздействию



солончатых морских и пресных речных вод. Исследование современной альгофлоры северной части Куршского залива, проведенное литовскими учеными в 1985–1990 гг., показало изменение видового состава диатомей в пользу развития видов – маркеров органического загрязнения и солончатых видов [9].

Изучение видового состава диатомовых водорослей играет ключевую роль и в палеогеографических исследованиях. Благодаря хорошей сохранности кремнеземных панцирей диатомей в донных отложениях возможно их использование для идентификации видов и дальнейших палеорекоkonструкций: установления колебания уровня воды в водоеме, динамики солености, определения кислотно-щелочных условий, что в комплексе с другими видами анализов позволяет реконструировать динамику природных изменений.

Во второй половине XX в. диатомовый анализ наряду с другими методами палеоэкологических исследований получил широкое распространение, в частности в работах, посвященных юго-восточной части Балтийского моря [4; 8; 9; 13; 18]. Тем не менее существует ряд положений, не до конца выясненных или нуждающихся в уточнении [2].

Куршский залив – водоем естественного происхождения, представляющий собой пресноводную лагуну с максимальной глубиной 6 м и средней 3,8 м, отделенную от моря одноименной косой [5]. Водообмен с Балтийским морем осуществляется через пролив в северной части лагуны. Влияние стока речных систем в совокупности со слабым водообменом способствует накоплению и осаждению в донных отложениях большого количества материала, в том числе загрязняющих веществ. По состоянию на сегодняшний день залив как горячая точка антропогенного воздействия, находящаяся в списке HELCOM [12], является эвтрофным, почти гиперэвтрофным водоемом [1], что оказывает значительное воздействие на формирование доминирующих видов и развитие диатомовых комплексов в целом.

Цель настоящей работы состоит в изучении природных условий и процессов, оказавших влияние на развитие корневой части Куршской косы в среднем и позднем голоцене, по данным диатомового анализа донных отложений юго-западной части залива.

### Материал и методы исследования

Полевые исследования проводились в сентябре 2018 г. в юго-западной части Куршского залива, у корня Куршской косы (рис. 1). Отбор донных отложений осуществлялся с двухкорпусной мотолодки (катамарана) Р60-34ЖЕ при помощи гравитационной трубы с внутренним диаметром 72 мм с использованием мягкого вкладыша. В ходе полевых работ была отобрана колонка ЗР (54° 57' 55,6" с.ш., 20° 32' 50,0" в.д.) мощностью 90 см.

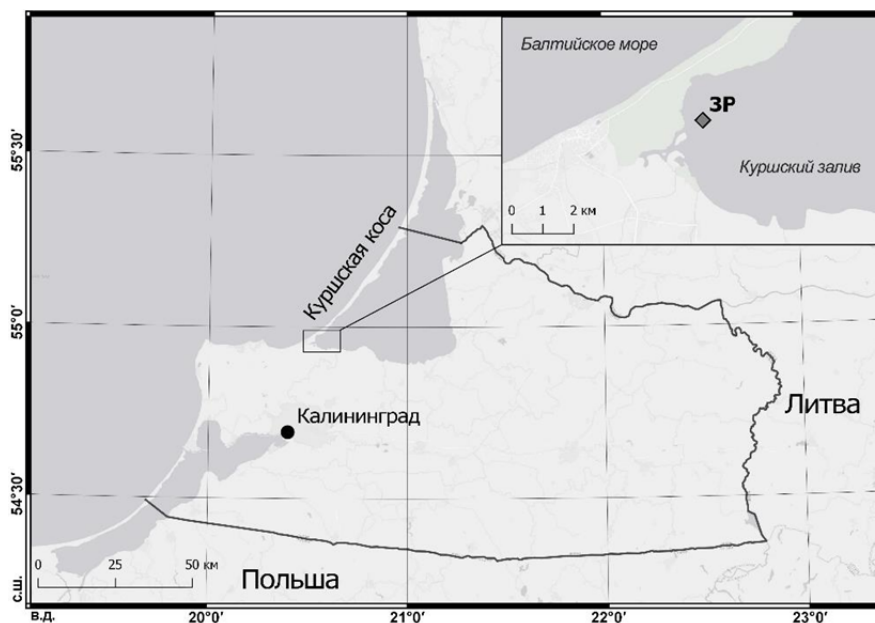


Рис. 1. Карта исследуемого района и расположения точки отбора колонки донных отложений (ЗР)

Первичная обработка керна осуществлялась в лаборатории геологии Атлантики Атлантического отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, химическая обработка проб для диатомового анализа и таксономическое определение диатомей проводились на базе Центра исследований природы (Вильнюс, Литва). Пробы обрабатывали в соответствии со стандартной методикой [6]. Просмотр и определение видов производились с помощью микроскопа Nikon Eclipse Si-L при увеличении 400х, 600х и 1000х, подсчет водорослей велся до суммы не менее 300 створок в одной пробе. Для идентификации таксонов использовали определители [7; 10; 14], основные экологические характеристики взяты из работ [3; 17] и обобщены в представленные ниже группы:

1. По местообитанию: планктонные, донные и виды-обрастатели.
2. По галобности:
  - а) олигогалобные, обитающие в пресных или слабосоленых водах с минерализацией 0,01–5‰;
  - б) галофильные, обычно живущие в пресной воде, но незначительное повышение NaCl для них благоприятно, обильны при минерализации  $\geq 0,5\%$ ;
  - в) мезогалобные — обитают в солоноватых водоемах при солености от 0,2 до 30‰.
3. По предпочтениям в отношении pH среды:
  - а) алкалибионтные, развивающиеся при pH выше 7;
  - б) алкалофильные, распространенные при pH выше 7, но не более 8,5;



- в) индифферентные, предпочитающие рН около 7;  
 г) ацидофильные, развивающиеся при рН ниже 7 и выше 5,5.

Номенклатура приведена в соответствии с международной базой альгологических данных AlgaeBase [18].

Для двух образцов донных отложений выполнено радиоуглеродное датирование методом ускорительной масс-спектрометрии (AMS) в ЦКП «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» Института географии РАН совместно с Центром изотопных исследований Университета Джорджии (США), а также в Познаньской лаборатории радиоуглеродных исследований (Познань, Польша). Калибровка радиоуглеродных датировок выполнена с применением программы CALIB, версия 7.1.0 14ChronoCentre, Queens University Belfast, с использованием калибровочной кривой IntCal13 [13]. Календарный возраст рассчитывался как среднее значение в пределах доверительного интервала  $\pm 1\sigma$ . Возраст исследуемых горизонтов определялся методом интерполяции между полученными с помощью радиоуглеродного датирования значениями.

### Результаты исследования

#### *Литологическое строение донных отложений.*

В ходе полевых исследований было выполнено первичное литологическое описание керна донных отложений (табл. 1). Донные отложения в юго-западной части Куршского залива представлены двумя разными типами осадков: нижняя часть колонки (89,5–50 см) сложена чередующимися торфяными и торфосапропелевыми отложениями, вышележащие отложения (50–25 см) представлены темно-оливковым илом, в котором имеется прослой с вкраплениями раковин моллюсков в интервале 38–40 см. Отложения верхних горизонтов (0–25 см) не были отобраны ввиду разжиженности осадка.

Таблица 1

**Литологическое описание донных отложений колонки ЗР**

Горизонт, см	Тип отложений
25–38	Темно-оливковый ил
38–40	Скопление мелких раковин моллюсков
40–50	Темно-оливковый мелкоалевритовый ил
50–78	Торфосапропель
78–80	Торф
80–83	Торфосапропель
83–85	Торф
85–89,5	Торфосапропель

#### *Радиоуглеродное датирование.*

Результаты радиоуглеродного датирования представлены в таблице 2. На основе полученных датировок методом интерполяции между



известными значениями была рассчитана возрастная модель, которая позволила установить, что изученные отложения сформировались в среднем и позднем голоцене (6914 – 2817 кал. л. н.).

Таблица 2

## Результаты радиоуглеродного датирования образцов колонки ЗР

Глубина, см	Код лаборатории	Датируемый материал	Возраст по 14С, л. н.	Календарный возраст, кал. л. н.
52 – 54	Poz-110588	Торфосапропель	5340±40	6048
87 – 89,5	IGANAMS 6841	Торфосапропель	6015±20	6867

86

## Диатомовый анализ.

Для палеоэкологической реконструкции гидрологических условий водоема были выбраны три разных по структуре отложений горизонта с целью проверки гипотезы о значительном различии в видовом составе танатоценозов диатомовых водорослей, отложившихся в различные климатические стадии голоцена, что, скорее всего, было следствием изменений в окружающей обстановке.

В образцах донных отложений было определено 56 видов и внутри-видовых таксонов диатомовых водорослей, относящихся к 35 родам (табл. 3). Изменения в количественном соотношении диатомовых комплексов позволили выделить доминантные (10–5 %) и субдоминантные виды (5–1 %), а также виды с единичной встречаемостью (<1 %) в трех исследуемых горизонтах. Максимально многочисленным видом во всех горизонтах является *Fragilariforma virescens* и ее разновидности.

Таблица 3

## Процентное соотношение встречаемости видов по горизонтам в колонке ЗР

№	Вид	Встречаемость таксона на разных глубинах (горизонтах), %		
		31 см	47 см	75 см
1	<i>Actinocyclus normanii</i>	11,95	0	0
2	<i>Actinocyclus normanii f. subsalsa</i>	9,20	0	0
3	<i>Amphora libyca</i>	0,01	0,01	0,002
4	<i>Amphora ovalis</i>	0	0,004	0,005
5	<i>Anomoeoneis sphaerophora</i>	0	0	0,002
6	<i>Aulacoseira ambigua</i>	0	2,95	11,75
7	<i>Aulacoseira granulata</i>	9,38	5,71	5,97
8	<i>Aulacoseira islandica</i>	0,18	0,37	1,79
9	<i>Aulacoseira italica</i>	0	0,18	0,60
10	<i>Caloneis cf. bacillum</i>	0	0	0,002
11	<i>Caloneis silicula</i>	0	0	0,003
12	<i>Cavinula scutelloides</i>	0,74	0,55	0,60
13	<i>Cocconeis neodiminuta</i>	0	0,18	0
14	<i>Cocconeis placentula</i>	0	0	0,002
15	<i>Craticula cuspidata</i>	0	0	0,002
16	<i>Cyclostephanos dubius</i>	0	0	0,001



№	Вид	Встречаемость таксона на разных глубинах (горизонтах), %		
		31 см	47 см	75 см
17	<i>Cyclotella</i> sp.	3,68	0,37	0
18	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0	0	0,40
19	<i>Cymatopleura elliptica</i>	0	0	0,001
20	<i>Cymboppleura inaequalis</i>	0	0,001	0,001
21	<i>Diploneis elliptica</i>	0,02	0,01	0,01
22	<i>Epithemia adnata</i>	0,01	0,004	0,003
23	<i>Fragilaria inflata</i> var. <i>istvanffy</i>	0,74	0,92	0
24	<i>Fragilariforma virescens</i>	38,26	36,3	63,5
25	<i>Gomphonema</i> sp.	0,01	0	0
26	<i>Gomphonema parvolum</i>	0	0,001	0
27	<i>Gyrosigma attenuatum</i>	0,03	0,02	0,02
28	<i>Hantzschia amphioxys</i>	0,01	0	0
29	<i>Iconella</i> cf. <i>biseriata</i>	0	0,01	0,01
30	<i>Lindavia</i> gr. <i>comta</i>	0	0,18	0
31	<i>Navicula</i> sp.	0	0,18	0
32	<i>Navicula radiosa</i>	0	0,01	0,001
33	<i>Nitzschia</i> sp.	0	0,001	0
34	<i>Nitzschia palea</i>	0	0	0,20
35	<i>Opephora</i> sp.	0	0,20	0
36	<i>Paraplaconeis</i> cf. <i>placentula</i>	0	0	0,001
37	<i>Pinnularia</i> sp.	0,01	0	0
38	<i>Pinnularia microstauron</i>	0	0	0,002
39	<i>Pinnularia viridis</i>	0,01	0,004	0,01
40	<i>Placoneis clementis</i>	0	0,18	0
41	<i>Placoneis</i> gr. <i>gastrum</i>	0	0	0,002
42	<i>Planothidium</i> sp.	0,01	0	0
43	<i>Planothidium lanceolatum</i>	0	0	0,001
44	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>	0,92	0	0,2
45	<i>Pseudostaurosira parasitica</i>	0	0,18	0
46	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	0	0	0,20
47	<i>Stauroneis anceps</i>	0	0,001	0,002
48	<i>Staurosira construens</i>	0	0	0,20
49	<i>Staurosira inflata</i>	10,49	37,79	9,16
50	<i>Staurosira venter</i>	3,68	6,27	0,40
51	<i>Staurosirella pinnata</i>	8,83	5,90	2,99
52	<i>Staurosirella martyi</i>	0	0	1,19
53	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	0,92	0,18	0
54	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	0,18	0,74	0,20
55	<i>Stephanodiscus</i> gr. <i>rotula</i>	0,74	0,37	0,60
56	<i>Surirella librile</i>	0	0	0,002

Для проведения последующей палеоэкологической реконструкции была составлена диаграмма распределения диатомовых комплексов в трех исследованных горизонтах (рис. 2), помимо этого было подсчитано процентное соотношение водорослей по таким экологическим характеристикам, как местообитание, отношение к солености и предпочтительность pH среды (рис. 3).

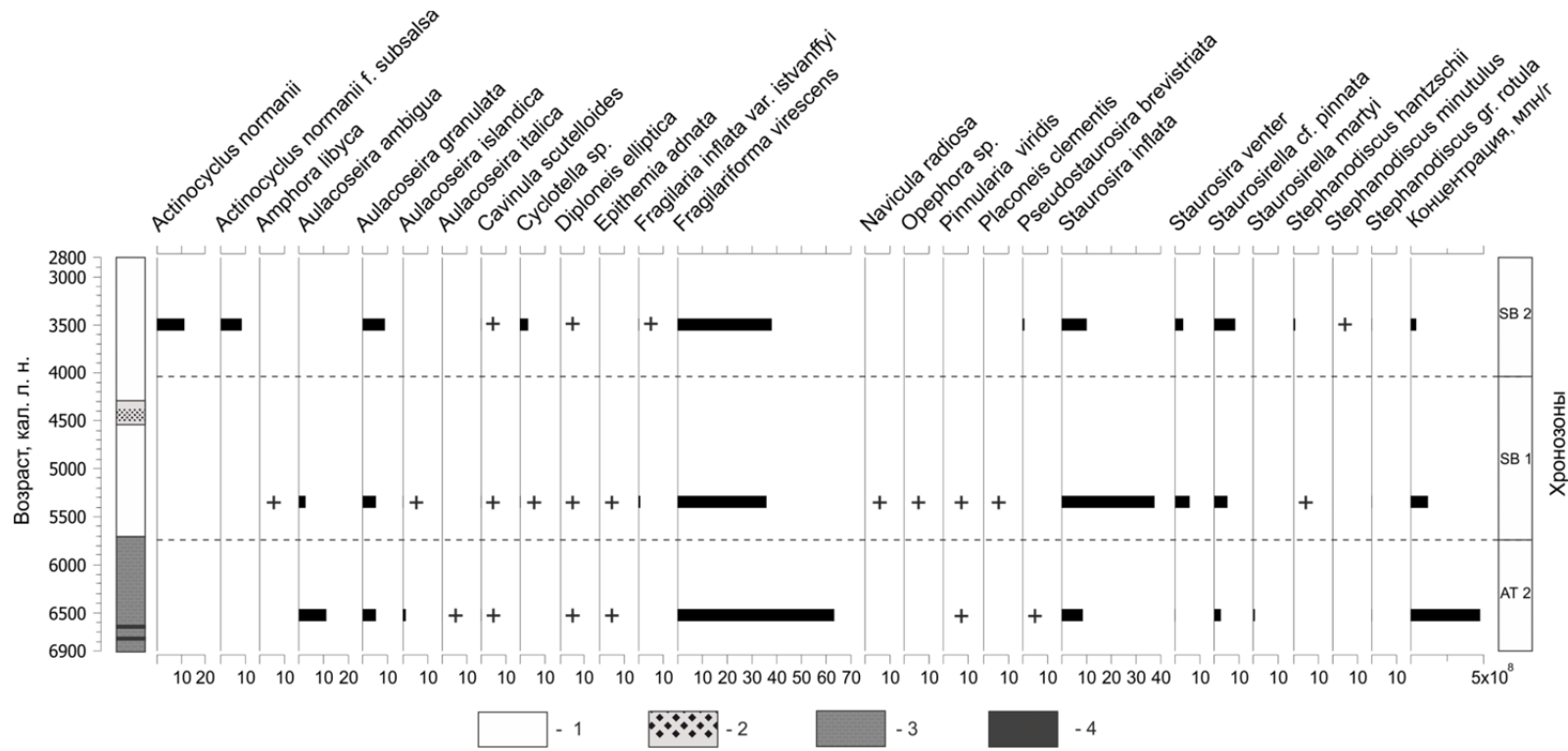


Рис. 2. Распределение наиболее значимых видов диатомовых водорослей в колонке ЗР:

1 – ил; 2 – скопление раковин моллюсков; 3 – торфосапрпель; 4 – торф, + – единичная встречаемость видов (<1 %)

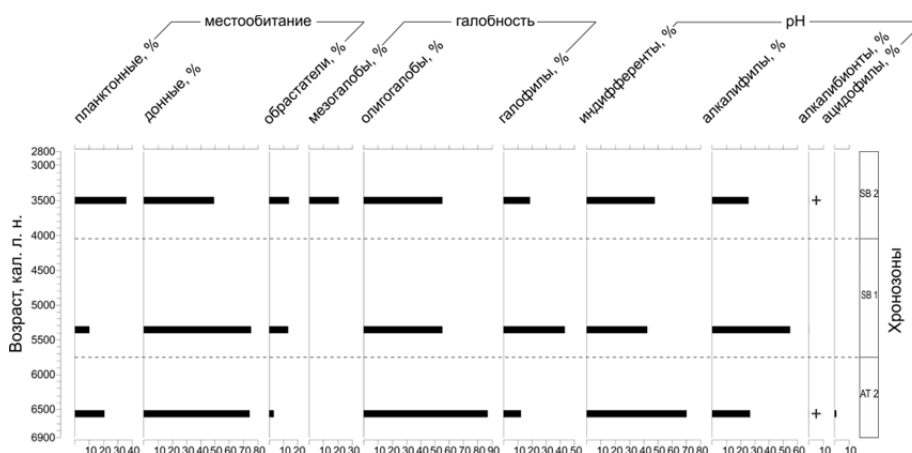


Рис. 3. Процентное соотношение экологических групп диатомовых водорослей в исследованных горизонтах

**Вторая половина атлантического периода (возраст исследованных отложений – 6914–5731 кал. л. н.).** Комплекс диатомей, существовавший приблизительно 6500 кал. л. н., является наиболее богатым по количеству створок (485 млн/г) и видов в сравнении с остальными изученными горизонтами. В исследуемом интервале идентифицировано 38 видов из 22 родов. В диатомовом комплексе значительно доминирует бентосный колониальный вид *Fragilariforma virescens* (63,5 %), индифферентный к солености, отмечено присутствие планктонного *Aulacoseira ambigua* (11,7 %) и бентосного *Staurosira inflata* (5,9 %). Среди субдоминантов отмечается присутствие алкалифильных обрастателей *Staurosirella pinnata* (3 %) и *St. martyi* (1,1 %). В единичном количестве встречаются холодолюбивые виды *Aulacoseira islandica* (1,8 %) и *A. italica* (0,5 %). Доминантно-субдоминантный комплекс преимущественно сформирован алкалифильными, индифферентными или олигогалобно-слабогалофильными видами. Бентосные формы преобладают над планктонными. Отмечена единичная встречаемость бентосных видов *Cavinula scutelloides*, *Pinnularia viridis* и обрастателя *Epithemia adnata*, а также солоноватоводных *Anomoeoneis sphaerophora* и *Cyclotella meneghiniana*. По отношению к pH среды в данном горизонте преобладают индифферентные виды, также отмечено присутствие небольшого процента ацидофилов (*Aulacoseira islandica*).

**Начало суббореального периода (возраст исследованных отложений – 5731–4041 кал. л. н.).** Комплекс диатомей, сформировавшийся около 5350 кал. л. н., характеризуется сокращением численности (до 127 млн/г) и изменениями в доминантно-субдоминантном комплексе. В данном горизонте определено 33 вида из 20 родов. В отложениях данного горизонта преобладают бентосная галофильная *Staurosira inflata* (37,7 %), численность которой возросла более чем в 3 раза, и *Fragilariforma virescens* (36,3 %), доля которой сократилась в 2 раза в сравнении с ранее описанным комплексом. Среди доминантов появляются коло-





ниальные обрастатели: пресноводная *Staurosira venter* (6,2 %) и галофильная *Staurosirella pinnata* (5,8 %). Также среди преобладающих видов встречена планктонная *Aulacoseira ambigua* (2,9 %), однако ее численность сокращается в сравнении с нижележащими осадками. Полностью исчезает *Staurosirella martyi* – бентосный вид, закрепляющийся на песчинках. Возрастает численность вида *Stephanodiscus minutulus*, предпочитающего эвтрофные водоемы. Также увеличивается количество солоноватоводных видов (*Amphora libyca*, *Placoneis clementis*), но они представлены единичными створками. Возрастает процент алкалофильных видов диатомовых, в сравнении с другими изученными горизонтами алкалобионты или ацидофилы не обнаружены.

Вторая половина суббореального периода (возраст исследованных отложений – 4041–2817 кал. л. н.). В комплексе диатомей, существовавших 3510 кал. л. н., прослеживается тенденция к сокращению численности видов и внутривидовых таксонов, это наиболее обедненный створками диатомовых горизонт (41 млн/г). В исследованных отложениях идентифицировано 24 вида из 14 родов. В значимых количествах отмечено присутствие донных обитателей: *Fragilariforma virescens* (38,3 %), доминирующей во всех трех рассмотренных горизонтах, и *Staurosira inflata* (10,48 %), численность, которой сократилась приблизительно в 3 раза. Отмечено появление планктонных мезогалобных диатомовых водорослей *Actinocyclus normanii* (11,9 %), *A. normanii f. subsalsa* (9,1 %), не встречавшихся в ранее рассмотренных осадках и предпочитающих эвтрофные условия с повышенным содержанием органических веществ. Увеличилась концентрация вида *Aulacoseira granulata* (9,38 %), в то время как *A. ambigua* полностью исчезла. Значительно выросла концентрация планктонных форм. Идентифицированные виды преимущественно олигогалинные, в меньшей степени галофильные (*Staurosira inflata*). Отмечается увеличение концентрации диатомовых рода *Cyclotella* (3,6 %) и *Pseudostaurosira brevistriata* (0,92 %), предпочитающих эвтрофные водоемы, количество створок вида *Gyrosigma attenuatum*, чувствительного к нагрузке биогенами, наоборот, сокращается. Более половины видов предпочитают рН около 7, отмечено единичное присутствие алкалобионтных видов.

### Обсуждение результатов

Анализ видового состава диатомовой флоры, подкрепленный радиоуглеродными датировками и литологическими данными, позволил реконструировать палеоэкологические изменения в юго-западной части Куршского залива в среднем и позднем голоцене.

В соответствии с полученными датировками нижние торфяные и торфосапропелевые горизонты сформировались в период 6900–5800 кал. л. н. В это время территория представляла собой низинный участок суши, занятый водно-болотной экосистемой и подверженный периодическим подтоплениям, что подтверждается чередующимися слоями торфа и торфосапропеля. Судя по постоянному присутствию



эпифитных видов диатомовых водорослей, предпочитающих стоячие (*Fragilariforma virescens*, *Stephanodiscus gr. rotula*) или медленно текущие воды (*Staurosirella pinnata*), на этом этапе развития отсутствовали резкие колебания уровня водоема. Присутствие видов, предпочитающих влажные и прохладные условия (*Aulacoseira islandica*, *A. italica*), доминирующее число пресноводных видов также подтверждают гипотезу о заболоченной местности. Ранее проведенные исследования на озере Чайка [15], расположенном в центральной части российской территории Куршской косы, дают возможность предположить наличие здесь в период 6900–5800 кал. л. н. влажного сильнообводненного черноольшаника.

Приблизительно 5800 лет назад данная территория оказалась затопленной за счет изменения уровня формировавшейся Куршской лагуны. Это подтверждается сменой условий осадконакопления: торфосапелевые отложения сменяются мелкоалевритовыми илами с включениями раковин моллюсков выше по разрезу. Видовой состав диатомового комплекса в этот период также претерпевает изменения. Увеличивается концентрация створок галофильных видов *Staurosira inflata*, *St. pinnata*, *Amphora libyca*. Отмечено появление эпифитного *Staurosira venter*, хорошо адаптирующегося к резкой смене условий окружающей среды. О смене условий также говорит появление большого количества индифферентных видов и увеличение числа планктонных форм.

В верхней части исследуемого керна отмечены условия, присущие заливу на современном этапе развития. Можно предположить, что около 3500 лет назад уровень трофности водоема был сопоставимым с современным, что оказало влияние на формирование видового состава доминантного комплекса диатомовых водорослей. Появились виды, предпочитающие эвтрофные, даже гиперэвтрофные условия, такие как планктонные мезоглобные диатомовые рода *Actinocyclus* и вид *Stephanodiscus hantzschii*. Сравнительно низкая численность бентосных диатомей родов *Navicula* и *Nitzschia* может быть обусловлена недостатком света ввиду повышенной продуктивности лагуны. На современном этапе развития водоема вид *Actinocyclus normanii* доминирует в летнем фитопланктоне Куршского залива [9; 11], что, в свою очередь, подтверждает предположение об отсутствии значительных изменений в характере гидрологического режима водоема на протяжении последних 3500 лет.

Во всех трех горизонтах зафиксировано присутствие в большом количестве алкалофильных и индифферентных видов, в отложениях атлантического периода отмечен небольшой процент ацидофильных видов.

### Выводы

В результате исследования реконструированы палеоэкологические изменения в юго-западной части Куршского залива в среднем и позднем голоцене, сделаны выводы о смене экологических условий



исследуемой территории. Установлено существование экосистемы влажного сильнообводненного черноольшаника в период 6900—5800 кал. л. н. Внутри данного периода отмечены два кратковременных интервала с более засушливыми условиями (6800—6750 кал. л. н. и 6680—6630 кал. л. н.), которые маркируются торфяными горизонтами в цельной торфосапропелевой толще. Около 5800 кал. л. н. произошел подъем уровня лагунных вод, исследуемая территория была затоплена, что подтверждается сменой отлагаемого материала и изменением численности доминирующих видов диатомовых водорослей. Отложения, датируемые 3500 кал. л. н., характеризуются существованием диатомовых комплексов, схожих с современными комплексами Куршской лагуны. Это позволяет выдвинуть предположение об относительной стабильности гидрологических и гидрохимических условий на последующих этапах развития юго-западной части залива.

*Полевые работы выполнены в рамках госзадания ИО РАН (тема № 0128-2021-0012), пробоподготовка – частично за счет средств Программы повышения конкурентоспособности БФУ им. И. Канта (проект 5-100), диатомовый анализ, датирование осадка из горизонта 52–54 см, интерпретация и обобщение данных – при поддержке гранта РНФ 18-77-10016, датирование осадка из горизонта 87–89,5 см – за счет средств гранта РФФИ № 18-05-80087.*

#### Список литературы

1. Александров С.В. Многолетние изменения трофического статуса Куршского и Вислинского заливов Балтийского моря // Биология внутренних вод. 2009. №4. С. 27–34.
2. Бадюкова Е.Н., Жиндарев Л.А., Лукьянова С.А. Анализ геологического строения Куршской косы (Балтийское море) в целях уточнения истории ее развития // Океанология. 2007. Т. 47, №4. С. 594–604.
3. Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006.
4. Блажчишин А.И., Давыдова Н.Н., Квасов В.В., Хомутова В.И. Спорово-пыльцевой и диатомовый анализ 4 колонок донных отложений южной и центральной Балтики // Baltica. 1974. Т. 3. С. 119–126.
5. Гуделис В.К. Геологические и физико-географические условия залива Куршо Марес и территории, окаймляющей залив Куршо Марес. Вильнюс, 1959. С. 7–41.
6. Давыдова Н.Н. Диатомовые водоросли – индикаторы природных условий водоемов в голоцене. Л., 1985.
7. Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4 : Диатомовые водоросли. М., 1951.
8. Кабайлене М.В. Развитие косы Куршо-Марес, дельты Немана и прибрежных болот // Тр. Института геологии. Вильнюс, 1967. Вып. 5. С. 181–207.
9. Касперовичене Ю.Р. Диатомовые водоросли в пресноводных водоемах Литвы : дис. ... канд. биол. наук. Вильнюс, 1990.
10. Макарова И.В., Стрельникова Н.И., Козыренко Т.Ф. и др. Диатомовые водоросли России и сопредельных стран: Ископаемые и современные. Т. 2, вып. 3. СПб., 2002.



11. Ланге Е.К. Фитопланктонный комплекс российской части Куршского залива (2001–2007 гг.) // Известия Калининградского государственного технического университета. 2013. №28. С. 87–94.

12. Helsinki commission (2013): Final report on Implementation of hot spots programme under the Baltic Sea Joint Comprehensive Environmental Action Programme, 1992–2013. Copenhagen, 2013.

13. Kabašiliene M. Water level changes in SE Baltic based on diatom stratigraphy of Late Glacial and Holocene deposits // Geologija. 1999. №29. P. 15–29.

14. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae : T. 1–4 // Süßwasserflora von Mitteleuropa : Bdn. 2/1–2/4 / hrsg. von H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, D. Moltenhauer. Gustav Fischer Verlag, 1986–1991.

15. Napreenko M.G., Orlov A.V., Napreenko-Dorokhova T.V. et al. Preliminary data on formation and depositional environments of lake Chaika in the central part of the Curonian Spit (Kaliningrad Region, Russia, South-Eastern Baltic) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 438.

16. Reimer P.J., Bard E., Bayliss A. et al. IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0–50,000 Years cal BP // Radiocarbon. 2013. Vol. 55, №4. P. 1869–1887.

17. Witkowski A. Recent and fossil diatom flora of the Gulf of Gdansk, Southern Baltic Sea. Origin, composition and changes of diatom assemblages during the Holocene. Berlin ; Stuttgart, 1994. (Bibl. Diatomol. ; Bd. 28).

18. AlgaeBase: Global algal database of taxonomic, nomenclatural and distributional information. URL: <https://www.algaebase.org/> (дата обращения: 16.06.2020).

#### Об авторах

Ирина Александровна Соснина – ст. лаборант, Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН; магистрант, Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: iraco05@gmail.com

Татьяна Владимировна Напреенко-Дорохова – канд. геогр. наук, науч. сотр., Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Россия.

E-mail: tnapdor@gmail.com

Максим Геннадьевич Напреенко – канд. биол. наук, науч. сотр., Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Россия.

E-mail: maxnapr@gmail.com

Юрате Касперовичене – канд. биол. наук, ст. науч. сотр., Институт ботаники, Центр исследований природы, Литва.

E-mail: jurate.kasperoviciene@gamtc.lt

Юрате Каросене – канд. биол. наук, ст. науч. сотр., Институт ботаники, Центр исследований природы, Литва.

E-mail: jurate.karosiene@gamtc.lt

#### The authors

Irina A. Sosnina, Laboratory Assistant, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences; Master's Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: iraco05@gmail.com



Dr Tatiana V. Napreenko-Dorokhova, Research Fellow, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Russia.

E-mail: tnapdor@gmail.com

Dr Maxim G. Napreenko, Research Fellow, Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Russia.

E-mail: maxnapr@gmail.com

Dr Jūratė Kasperovičienė, Senior Researcher, Institute of botany, Nature Research Centre, Lithuania.

E-mail: jurate.kasperoviciene@gamtc.lt

Dr Jūratė Karosienė, Senior Researcher, Institute of botany, Nature Research Centre, Lithuania.

E-mail: jurate.karosiene@gamtc.lt